

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-35304

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)2月16日

G 02 B 6/12

8507-2H

審査請求 未請求 発明の数 3 (全5頁)

⑬ 発明の名称 レンズ付き光導波路回路及びその製造方法

⑭ 特 願 昭60-174203

⑮ 出 願 昭60(1985)8月9日

⑯ 発 明 者 藤 井 洋 二 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社武蔵野電気通信研究所内

⑰ 発 明 者 加 藤 邦 治 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社武蔵野電気通信研究所内

⑱ 発 明 者 西 功 雄 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社武蔵野電気通信研究所内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レンズ付き光導波路回路及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 基板上に形成された光導波路回路において、光導波路の上記基板と対向する側の上記光導波路の表面の所定の位置にレンズが形成されていることを特徴とするレンズ付き光導波路回路。

2. 基板上に形成された光導波路回路の光導波路の上記基板と対向する側の上記光導波路の表面の所定の位置にレンズが形成されているレンズ付き光導波路回路の製造方法において、光導波路の所定の位置に穴を穿ち、該穴に光導波路の軟化温度よりもやや低い軟化温度のガラス材を挿入した後、該ガラス材を溶融・固化してレンズを形成することを特徴とするレンズ付き光導波路回路の製造方法。

3. 基板上に形成された光導波路回路の光導波路の上記基板と対向する側の上記光導波路の

表面の所定の位置にレンズが形成されているレンズ付き光導波路回路の製造方法において、光導波路の所定の位置に穴を穿ち、該穴に所定の量の水ガラスを滴下した後、該水ガラスを乾燥・固化してレンズを形成することを特徴とするレンズ付き光導波路回路の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の技術分野〕

本発明は小型にして、製造容易なレンズ付き光導波路回路、およびその製造方法に関するものである。

## 〔発明の技術的背景とその問題点〕

光ファイバ通信技術の進展に伴い、各種の光回路部品の開発・研究が活発になっており、一部実用に供されているものもある。しかしながら、これらの光回路部品の多くは、レンズやミラー、プリズムなどの個別光学素子を集合・組立てたものであり、組立て時の光軸調整に高精度な微動装置を必要とし、また、小形化、低コスト化などにも限界があるなどの問題があった。

このため、次世代の光回路部品として光導波路を用いた光回路部品が研究されるようになってきた。さらに、光導波路形のスイッチや合分波回路に発光素子、受光素子を集積した光回路部品についても検討が行なわれている。このような、いわゆる光集積回路と呼ばれる光回路部品の理想形態としては、発光素子、受光素子や各種の光導波路形機能回路を一貫したプロセスで同一基板上に製作したモノリシック形であろうが、現在の技術レベルは実用的なモノリシック形光集積回路を実現できるまでには達していない。そこで、光導波路形回路基板上に、別のプロセスで製造した個別の発光素子や受光素子を搭載するハイブリッド形式が検討されるようになってきた。

さて、以上のような光導波路回路と発光素子、受光素子とを集積した光回路においては、発光素子や受光素子と光導波路との光学的な結合が重要な問題である。発光素子のうち、発光ダイオードは多くは面発光形であり、レーザダイオ

ードについても一部で面発光形が研究されている。受光素子については、ほとんどのが素子基板に垂直な方向から受光する構造になっている。このような素子基板に対して垂直な方向から光を放出あるいは受光する構造の発光素子や受光素子を光導波路と光学的に結合する一つの方法は、基板上に形成されている光導波路の端面を基板端面と同一平面として、この端面に発光・受光素子を取付ける方法である。しかしながら、この方法では光導波路回路製作プロセスのほかに、端面研磨の工程が加わり、低コスト化に対する障害となる。また、原理的に光導波路を必ず基板端面まで引き回す必要があることから、光導波路回路構成に制限が加えられたり、損失が大きくなるといった問題もある。これらの問題点を解決するため光導波路中を進行してきた光をミラーを用いて、その進行方向を直角に曲げ、光導波路基板の垂直方向へ取り出す、例えば第5図に示す構造の光導波路回路が考えられる。しかしながら、第5図の構造では、

光導波路1中を進行してきた光が光導波路1の端と基板2の境界面に形成されたミラーM(直線A-A'で示される)で折曲げられ光導波路1中から空間に放出された後は、空間中を拡散してゆくため、受光素子への結合が効率的に行なえないという問題があった。また、発光素子と光導波路との結合においても、発光素子から放出される光が発散光であることから、上記の場合と同様に、効率的な結合が行なえないという問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、従来の光導波路回路が有していた発光・受光素子と光導波路との光学的結合が効率的に行なえないという欠点を解決したレンズ付き光導波路回路及びその製造方法を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明は光導波路の基板と対向する側の表面の所定の位置にレンズを形成することを最も主要な特徴とする。従来の技術では、光導波路の

基板と対向する側の表面は平坦でレンズが形成されておらず、この点において本発明は従来の技術と構造的に異なっている。この構造上の差異により、従来技術では光導波路中を進行してきた光が基板垂直方向の空間に放出された後、拡散してゆくため受光素子に効率的に結合できない、あるいは、発光素子からの放射光を効率的に光導波路に結合できないという問題があるのに対して、本発明においては、光導波路を進行してきた光が空間に放出される前にレンズを通過することにより、ほぼ平行光あるいは集束光として空間を進行することとなり受光素子への結合が効率的になり、また、受光素子から放射される拡散光が光導波路入射前にレンズを通過することにより、ほぼ平行光あるいは集束光として光導波路に入射するため、効率的に光導波路への結合ができるという利点が生じる。

#### 〔発明の実施例〕

第1図は本発明の第1の実施例であって、1は光導波路、2は基板、3はレンズ、4は受光

素子、Mはミラーであり、基板2上に形成された光導波路1の回路において、光導波路1の上記基板2と対向する側の上記光導波路1の表面の所定の位置にレンズ3が形成されている。即ち、光導波路1中を進行してきた光はミラーMによって進行方向を変えられ、基板2に対して垂直方向に進行しレンズ3に入射する。このレンズ3に入射した光は光導波路1の開口数もしくは光導波路1への光の入射条件によって決まる角度で拡がって進行する発散光であるが、レンズ3によって、ほぼ平行光あるいは集束光として光導波路1の上側の空間に取り出される。従ってレンズ3の上部に設置した受光素子4に効率的に結合することができる。

第2図は本発明の別の実施例であって、1は光導波路、2は基板、3はレンズ、5は発光素子、Mはミラーである。発光素子5から放射した光は拡散しながら進行し、レンズ3に入射する。この光はレンズ3を通過することによって、ほぼ平行光あるいは光導波路1の開口角以下の

角度で集束する集束光に変換され、ミラーMで光導波路光軸方向に進行方向を曲げられる。従って、発光素子5から放射した光は効率的に光導波路1に結合される。

以上、2つの実施例について説明したように、本発明では光導波路の基板と対向する側の表面の所定の位置にレンズを形成しているため、光導波路から放射あるいは光導波路へ入射しようとしている発散光をレンズによってほぼ平行光あるいは所定の角度以内に集束する集束光に変換した後、光導波路から放射あるいは光導波路へ入射することが可能になり、従来技術に比べて光導波路と発光・受光素子との光学的結合における効率の改善が図れる。

以上の説明で、本発明のレンズ付き光導波路回路の構造、それによってもたらされる利点を述べた。以下では、レンズ付き光導波路回路の製造方法について説明する。

第3図はレンズ付き光導波路回路の製造方法の一つの実施例であって、1は光導波路、2は

基板、6は光導波路1の軟化温度よりもやや低い軟化温度のガラス材よりなるガラス棒、7はレーザー光である。先ず、基板2上に形成してある光導波路1の所定の位置に、所定の直径、長さを有するガラス棒6よりやや大きい直径の穴を穿ち、この穴にガラス棒6を挿入する。次に、基板2の上方からガラス棒6にレーザー光7を照射することによって加熱する。これによって、ガラス棒6はレーザー光7の照射表面より軟化・溶融し、その表面張力によって第3図の破線8で示すような半球状の形状となる。ガラス棒6が半球状となった時点でレーザー光7の照射を停止し、これを冷却・固化することによって、光導波路1上にレンズが形成できる。

以上の説明では、ガラス棒6の加熱についてレーザー光照射の場合を述べたが、他の加熱手段を用いても同様の効果が期待できることは明らかである。

第4図はレンズ付き光導波路回路の製造方法の別の実施例であって、1は光導波路、2は基

板、8は水ガラスである。先ず、基板2上に形成してある光導波路1の所定の位置に、所定の直径、深さの穴を穿ち、この穴に水ガラス8を所定の量常温で滴下する。水ガラス8は常温下では液状であるので、滴下した水ガラス8の量が穴の体積より多い場合、その表面は表面張力により半球状の形状となる。この後、水ガラス8を100℃～200℃の温度で乾燥・固化させることにより、光導波路1上にレンズが形成できる。

以上、説明したように、いずれの方法においても、ガラス材の表面張力を応用してレンズを形成するため、研磨や複雑・精密な機械的加工が不要であり、容易にレンズ付光導波路回路を製造することができる。

#### 〔発明の効果〕

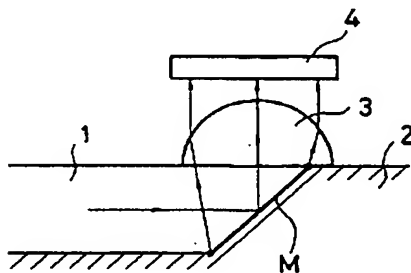
以上説明したように、本発明では光導波路の基板と対向する側の表面の所定の位置にレンズを形成しているため、光導波路から基板垂直方向へ放射あるいは光導波路へ基板垂直方向から

入射しようとしている発散光をレンズによってほぼ平行光あるいは所定の角度以内で集束する集束光に変換して光導波路から放射あるいは光導波路へ入射することが可能となり、光導波路と発光・受光素子との光学的な結合を効率的に行なえるという利点がある。さらに、本構造のレンズ付光導波路回路の製造方法は、光導波路の所定の位置に穴を穿ち、その穴にガラス棒を挿入して溶融する、あるいは水ガラスを滴下することによって、その表面張力で半球状のレンズを形成するというものであるから、レンズ形成が容易であるという利点がある。

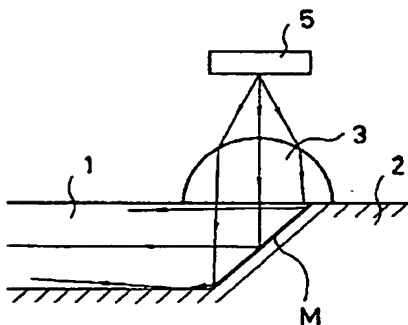
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明回路の一実施例を示す構成図、第2図は本発明回路の他の実施例を示す構成図、第3図は本発明製造方法の一実施例を示す構成図、第4図は本発明製造方法の他の実施例を示す構成図、第5図は従来考えられる光導波路回路の一例を示す構成図である。

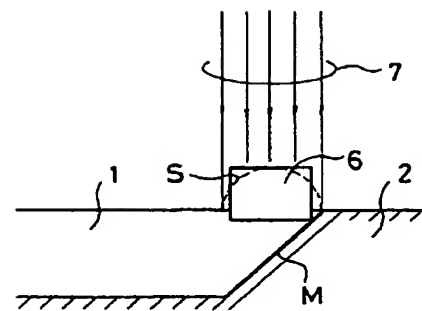
1…光導波路、2…基板、3…レンズ、4…



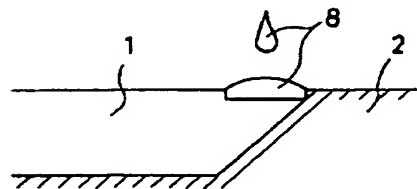
第1図



第2図



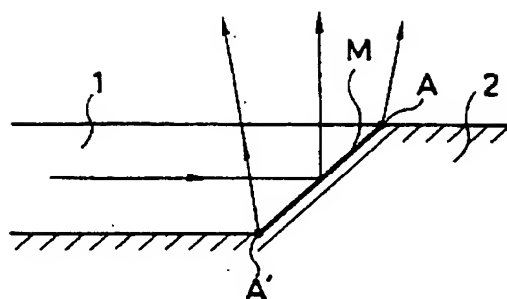
第3図



第4図

受光素子、5…発光素子、6…ガラス棒、7…  
レーザ光、8…水ガラス、M…ミラー、

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦



第 5 圖